

# UM ESTUDO SOBRE CRITÉRIOS DE ATRIBUIÇÃO DE REALIDADE UTILIZADOS POR ESTUDANTES DE FÍSICA

Fábio Marineli<sup>a</sup> [fmarineli@jatai.ufg.br]

Maurício Pietrocola<sup>b</sup> [mpietro@usp.br]

<sup>a</sup> Campus Jataí da Universidade Federal de Goiás

<sup>b</sup> Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

## RESUMO

O presente trabalho apresenta parte de uma pesquisa que busca investigar os critérios utilizados por estudantes de licenciatura em Física para definir a realidade dos objetos presentes na representação científica do mundo. Atualmente, muitos dos objetos que fazem parte desta representação estão distantes dos nossos sentidos. Assim, parte da formação em Física pressupõe uma mudança de atitude em termos de conceber objetos e critérios que possam legitimar sua existência. Como qualquer pessoa, os alunos possuem critérios de definição de realidade oriundos das vivências cotidianas, baseados principalmente nos sentidos. No entanto, a ciência estabelece critérios de caracterização da realidade que são diferenciados em relação aos do dia-a-dia, o que daria acesso a outros aspectos do mundo, diferentes daqueles que se tem no cotidiano.

Para esta investigação, utilizamos dados que foram obtidos através de um questionário respondido por alunos que se encontravam no final do curso de Licenciatura em Física da Universidade de São Paulo. Neste questionário, entre outras coisas, os estudantes assinalaram o grau de realidade que eles atribuíam a entidades de uma lista e apresentaram uma pequena justificativa de suas escolhas. Compunham esta lista entidades conceituais oriundas do domínio científico, além de outras que não possuem sua origem na ciência. Os resultados obtidos parecem indicar que a proximidade com o campo conceitual da vida cotidiana é um critério utilizado para atribuição de maior realidade aos objetos da ciência; o entendimento pareceu ser outro fator importante na atribuição de realidade destes objetos.

## INTRODUÇÃO

A importância em se compreender a natureza da ciência vem sendo destacada por vários pesquisadores da área de educação em ciências. Inclusive nos Parâmetros Curriculares Nacionais há indicações semelhantes em relação ao Ensino Médio. Pensando de forma específica em uma formação superior em Licenciatura em Física, consideramos que faz parte dela os estudantes receberem certos subsídios que lhes permitam ter uma compreensão dessa natureza da ciência e, com isso, caracterizar melhor a realidade dos objetos presentes na representação de mundo da Física. E isso se torna importante à medida que esses conhecimentos vão balizar o ensino de Física que praticarão posteriormente em suas carreiras como professores.

O avanço do conhecimento científico, principalmente nos últimos três séculos, implicou em uma transformação nas formas de nos relacionarmos com o mundo. Este último, nos dias correntes, está povoado por objetos cujo acesso não se restringe aos nossos cinco sentidos básicos. Os próprios objetos que hoje fazem parte da representação científica do mundo estão, muitas vezes, distantes dos nossos sentidos: átomos, campos, vírus etc. só podem ser acessados através de uma mente “treinada” nas teorias científicas. Neste sentido, parte da formação em Física pressupõe uma mudança de atitude em termos de conceber objetos e critérios que possam legitimar sua existência.

A questão de pesquisa deste trabalho é uma busca por compreender os critérios utilizados por estudantes de Física para atribuir realidade aos objetos e teorias da ciência. Isso porque entendemos, como já foi dito, que além dos conteúdos das teorias, também faz parte da formação em ciências certo nível de compreensão da natureza dessas teorias e também dos objetos que fazem parte da representação científica do mundo.

Sabemos que, como qualquer pessoa, os alunos possuem critérios de definição de realidade oriundos das vivências cotidianas, baseados principalmente nos sentidos. No entanto, a ciência estabelece critérios de caracterização do mundo que são diferenciados em relação aos do dia-a-dia, o que definiria, inclusive, outro “nível” de realidade (BERGER e LUCKMANN, 2005). Assim, por possuir uma forma de conceber o mundo diferente da perspectiva tomada cotidianamente, a ciência daria acesso a outros aspectos dele, diferentes daqueles que se tem no dia-a-dia.

### **A realidade na filosofia da ciência**

Como já foi dito, muito dos objetos que fazem parte da representação que a ciência faz do mundo estão longe dos sentidos. Pode surgir daí o seguinte questionamento: nossas hipóteses acerca do mundo, que se utilizam destes objetos distantes dos nossos sentidos, conseguem tratar de alguma forma da estrutura do mundo, ou seja, são reflexos de estruturas que existem independentemente de nossas teorias? Ou são apenas construções mentais, categorias explicativas sem nenhuma autonomia ontológica, que não possuem existência independente de nossas crenças científicas?

Em outros termos: o quanto objetos tão longes dos sentidos podem ser tratados como “reais”? Um elétron pode ser considerado tão real quanto uma cadeira ou um livro?

Sobre essa relação entre as teorias e objetos da ciência e o mundo, existem duas posições que descreveremos sucintamente: o realismo e o anti-realismo.

De um modo bem geral, numa visão realista as teorias científicas descrevem verdadeiramente como o mundo é. Esta visão é baseada na idéia da existência de um mundo exterior independente de nossos conhecimentos e experiências e que a ciência busca alcançar informação substancial e correta de aspectos dele. Já para a visão anti-realista, que se opõe à anterior, as teorias científicas são apenas instrumentos úteis para se obter previsões observáveis, o sentido da ciência não provém da tentativa de representar um mundo que existe independentemente de nós, mas sim em virtudes pragmáticas das teorias. Essas não tratariam necessariamente o mundo tal com ele é, mas uma teoria seria aceita desde que funcionasse adequadamente.

Para ficar mais claro vamos utilizar um exemplo. A interpretação realista da teoria cinética dos gases é a de que os gases são realmente feitos de moléculas em movimento aleatório, colidindo umas com as outras e com as paredes do recipiente que as contém; já a interpretação anti-realista diria que as moléculas a que se refere a teoria constituem ficções convenientes que habilitam os cientistas a fazer relações e previsões sobre manifestações observáveis das propriedades dos gases (CHALMERS, 1993).

Apesar de ser uma discussão atual, algo semelhante já apareceu em outras ocasiões na história da ciência, como, por exemplo, com George Berkeley se recusando a aceitar as conseqüências realistas da mecânica de Newton, uma vez que essas não poderiam ser observadas diretamente através dos sentidos (SILVA, 1998). Assim, para Berkeley, força, inércia, gravidade, não seriam entidades realmente existentes – como pensava Newton –, mas criações teóricas, sem nenhuma referência externa. Seriam categorias explicativas, sem autonomia ontológica, que acomodariam de forma bastante razoável o material da experiência, mas não fariam referência a entidades extra-teóricas.

Um ponto que merece destaque nestas posições é a questão do teor de verdade que atribuem às teorias científicas. A noção de verdade faz parte da concepção realista; o mundo, para o realista, existe independente de nossas teorias, e estas são verdadeiras à medida que descrevem corretamente algum aspecto dele. Ou seja, “[...] os realistas assumem uma concepção da verdade como correspondência: uma teoria é verdadeira se o que ela diz corresponde ao mundo ou às coisas das quais ela fala” (DUTRA, 1998: 30). Já na concepção anti-realista a noção de verdade é mais restrita; adota o mesmo critério dos realistas para aquilo que é observável, mas as elaborações teóricas relativas àquilo que é não-observável não devem ser julgadas em termos de verdade ou falsidade, mas em termos de sua utilidade como instrumentos, seu valor reside na sua capacidade preditiva e explicativa.

Da discussão recente em torno deste assunto, temos que um dos argumentos contra o realismo, e conseqüentemente uma possível defesa do anti-realismo, provém da questão de um mesmo evento poder ser explicado de diferentes modos. Este é um argumento metodológico conhecido como *subdeterminação da teoria pelos dados*. Essa tese sustenta que para um mesmo conjunto de dados poderia haver mais de uma teoria que os representasse; e essas teorias empiricamente equivalentes (que coincidem no que afirmam a respeito do que é observável) poderiam conflitar em suas afirmações sobre entidades inobserváveis. Assim, por não haver como determinar com base nas evidências experimentais qual delas é verdadeira, não haveria base empírica para acreditarmos nas entidades teóricas postuladas por uma teoria empiricamente adequada, pois teorias rivais, observacionalmente indistinguíveis, poderiam incluir em sua ontologia inobserváveis de diferentes tipos.

No entanto, este argumento metodológico não é livre de problemas. Ele não leva em conta o avanço da ciência e que as evidências empíricas podem variar de acordo com o progresso das teorias, que o que se entende por observável pode se alterar com o desenvolvimento das nossas idéias científicas. Ou seja, as evidências empíricas da tese da subdeterminação poderiam ser revistas por uma nova teoria (SILVA, 1998).

Outro problema seria o de demonstrar que para toda teoria haveriam alternativas teóricas empiricamente equivalentes. Plastino (1995) se expressa da seguinte forma sobre esse ponto:

*Estritamente falando, não há uma prova da suposição quineana de que, para qualquer teoria científica, sempre existem teorias genuinamente rivais que a ela se equivalem empiricamente, embora Quine [...] espere um “amplo acordo” a esse respeito. E ainda que seja natural admitir que em alguns poucos casos (apesar do grande esforço empreendido pelos cientistas) exista mais de uma alternativa igualmente bem-sucedida, daí não se segue que sempre existam na ciência equivalentes empíricos a qualquer teoria que salve apropriadamente os fenômenos de um certo domínio. Ao contrário, são raros, isolados e discutíveis os exemplos históricos em que se encontram alternativas teóricas empiricamente equivalentes.*

Já uma defesa do realismo pode ser conseguida pelo “*argumento da coincidência cósmica*”<sup>1</sup> (SMART *apud* CHIBENI, 1996), que utiliza o êxito empírico da ciência como critério para defender o realismo. Este êxito empírico também é utilizado por Barra (1998) para a mesma defesa. Chalmers (1993: 191) também utiliza um argumento semelhante nestes termos: “O fato das teorias poderem levar a predições novas é motivo de embaraço para instrumentalistas<sup>2</sup>. Deve parecer a eles algum tipo estranho de acidente que as teorias, que se supõe serem meros esquemas de cálculos,

---

<sup>1</sup> Esse argumento “[...] simplificada, consiste em alegar que se uma teoria prediz corretamente uma grande quantidade e variedade de fenômenos é improvável que seja falsa acerca do mundo sub-fenomenico de que suas predições empíricas dependem. Se as entidades não-observáveis postuladas pela teoria não existissem, e se o que a teoria diz sobre elas não fosse aproximadamente verdadeiro, somente uma coincidência de proporções cósmicas poderia explicar seu sucesso empírico.” (CHIBENI, 1996: 56).

<sup>2</sup> O instrumentalismo é uma forma de anti-realismo.

possam levar à descoberta de novos tipos de fenômenos observáveis por intermédio de conceitos que são ficções teóricas.”

Mas também o sucesso preditivo da Ciência, seu êxito empírico, não é livre de problemas. Uma análise histórica da ciência também mostra certa inadequação na tentativa de justificar o realismo com base em sua explicação do êxito científico. Existiram teorias científicas que apresentaram considerável êxito em sua época, mas que postularam entidades teóricas cuja existência hoje é negada (por exemplo, o flogisto ou o fluido calórico). Quer dizer, há teorias que foram bem-sucedidas, mas que não fazem referência a objetos do mundo físico (PLASTINO, 1995).

Utilizando justamente a análise histórica, Feyerabend (1977) apresenta sua argumentação em relação a teorias “*incomensuráveis*”, o que pode ser considerada como argumento contra o realismo e, conseqüentemente, uma possível defesa do anti-realismo. De uma forma mais precisa, o argumento seria o seguinte: se as teorias tratam do real, se dão estatuto ontológico aos entes que tratam, diferentes teorias seriam incomensuráveis à medida que estabelecem princípios ontológicos conflitantes. E, mais ainda, não haveria nenhum conjunto de proposições observacionais teoricamente neutras que poderia fazer decidir entre elas. E isso mostraria que a verdade científica objetiva não é alcançável mesmo ao nível dos observáveis, quanto mais ao nível dos inobserváveis.

No entanto, em relação a isso, os realistas poderiam argumentar que para determinar qual dessas teorias é verdadeira poderia ser utilizada a evidência factual. Em resposta, Feyerabend diz que evidências empíricas são fisiológica e culturalmente “contaminadas”, não existindo, assim, fatos nus, fatos que não sejam vistos de uma determinada maneira. Ou seja, a evidência factual é teoricamente determinada.

Segundo Barra (1998), essa idéia da inexistência de uma perspectiva extra-teórica para a avaliação de nossas crenças – de que não temos nenhum acesso à natureza que não envolva alguns elementos da prática científica – não condena a idéia da existência de algo independente de nós, ao qual temos acesso através de processos que são dependentes dos estados atuais da ciência e do senso comum. O ponto problemático, segundo ele, seria a passagem da dependência teórica das nossas representações do mundo para a dependência teórica do próprio mundo. Barra ainda atribui como vantagem de uma concepção realista a possibilidade de fornecer uma explicação coerente para os sucessivos aperfeiçoamentos de nossos sistemas teóricos. Isto tendo como pressuposto que o mundo é independente de nós e se encontra presente na origem e no processo de desenvolvimento desses sistemas.

Para Dutra (1998), do ponto de vista epistemológico, a opção por uma posição realista ou anti-realista irá depender de qual dos aspectos levantados por essas correntes se considera mais relevante, pois ambas possuem fragilidades. “Se o que se julga importante é destacar o sucesso preditivo da Ciência, a corrente realista é a mais adequada, mas se o que se quer mostrar é a possibilidade de um mesmo evento ser explicado de modos diferentes, então os argumentos anti-realistas são mais adequados.” (PINHEIRO, 2003: 31).

Tanto o realismo científico quanto o anti-realismo pretendem atribuir um sentido à ciência empírica, compreendê-la dentro de uma concepção filosófica que permita construir uma interpretação global da mesma e analisar seu fundamento e finalidade (PLASTINO, 1995), mas nenhuma das duas teses está livre de problemas.

## **A PESQUISA**

Um estudo que verificou a atribuição de realidade a objetos da ciência por estudantes do ensino médio foi realizado por Pinheiro (2003) e Pinheiro e Pietrocola (2002), sob um enfoque de

*sentimento de realidade*. E isso permitiu certo distanciamento das discussões filosóficas relativas ao realismo. Como um dos resultados, a investigação indicou que “o sentimento de realidade que o aluno atribui a uma entidade depende, além de concepções construídas socialmente, do modo como estes conhecimentos se vinculam com as emoções e os sentimentos durante o processo de ensino aprendizagem”. (PINHEIRO e PIETROCOLA, 2002: 5).

Baseando-nos em parte nestes trabalhos, a pesquisa aqui apresentada, que está em desenvolvimento, tem por objetivo investigar os critérios utilizados por estudantes de Licenciatura em Física para definir a realidade atribuída a objetos presentes nas representações de mundo.

Para a realização do objetivo proposto, foi aplicado um questionário (que por falta de espaço não apresentaremos neste trabalho), dividido em três partes, para alguns alunos dos últimos semestres do curso de licenciatura em Física da Universidade de São Paulo.

A primeira parte do mesmo foi referenciada no trabalho de Pinheiro (2003), onde havia um questionário, baseado numa escala de Likert, que perguntava sobre a intensidade da realidade de quatro classes de objetos/entidades: a primeira (Classe 1) constituída por objetos tomados tipicamente como reais, que fazem parte do cotidiano e se relacionam com pelo menos um dos órgãos dos sentidos (óculos, caneta, estrela, vento); a segunda (Classe 2) constituída por elementos tipicamente considerados como fruto de crenças ou imaginários (anjo, Deus, coelho da páscoa, super-homem); a terceira (Classe 3) constituída por entidades que não se encaixam bem nas classes anteriores (amizade, pensamento, sonho); a quarta classe (Classe 4) constituída de entidades conceituais oriundas do domínio científico (átomos, campos, células). Esse questionário elaborado por Pinheiro foi aplicado em alunos do ensino médio do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Santa Catarina.

Baseando-se nesse questionário, na primeira parte do nosso (Parte I) também foi utilizada uma escala de Likert, onde os alunos escolheram a intensidade da realidade que julgaram mais adequada a determinado objeto ou modelo científico proposto, bem como de objetos do cotidiano e de outros que julgamos convenientes. Além disso, deveriam apresentar uma justificativa da opção. A escala de intensidade ia de 1 a 5, assim especificada:

1	totalmente não-real
2	mais não-real do que real
3	½ real, ½ não-real
4	mais real do que não-real
5	totalmente real

**Quadro 1 – Escala de intensidades.**

Das quatro Classes utilizadas por Pinheiro, utilizamos três. Não utilizamos aquela composta por elementos que ela considerou como fruto de crenças ou imaginários (Classe 2).

Em nosso questionário, os entes estavam dispostos em ordem alfabética para que o aluno respondesse de forma mais espontânea possível e para evitar contaminação de uma resposta em outra quando se tratasse de entidades correlatas. Os objetos e/ou entidades utilizados no questionário estão no Quadro 2, distribuídos por Classe.

<b>Objetos/Entidades</b>	<b>Classe</b>
Algodão, ar, aroma, cadeira, estrela, melodia e relâmpago.	Classe 1
Amizade, pensamento e sonho.	Classe 3
Átomo, calórico, campo gravitacional, elétron, força magnética, massa, relatividade do tempo e spin.	Classe 4

**Quadro 2 – Objetos e/ou entidades.**

Na segunda parte do nosso questionário (Parte II), os alunos liam um pequeno trecho<sup>3</sup> que versava sobre um determinado ente – *anjo*, *éter* e *salto quântico* – antes de escolherem a intensidade da realidade que julgaram mais adequada para o caracterizá-lo.

Nosso questionário possuía, ainda, uma terceira parte, mas esta não será apresentada, pois não apresentaremos seus resultados aqui neste trabalho.

Esse questionário foi aplicado em uma turma da disciplina Metodologia do Ensino de Física II, da Universidade de São Paulo, no 2º semestre de 2003, e respondido por 33 alunos. Geralmente, ao cursarem essa disciplina, os alunos da Licenciatura estão no final da graduação.

## RESULTADOS

Os alunos procuraram responder o questionário utilizando os 5 graus de intensidade realidade e a grande maioria apresentou alguma justificativa para a escolha.

Nos Quadros 3 a 6, a seguir, são apresentadas as quantidades de respostas dadas pelos alunos, para cada grau de intensidade, aos entes da Parte I, em valores percentuais.

Intensidade	1	2	3	4	5	SR <sup>4</sup>
<b>Objeto / nº de respostas</b>	%	%	%	%	%	%
<b>Algodão</b>	0	3,03	0	3,03	93,9	-
<b>Amizade</b>	15,2	18,2	24,2	18,2	24,2	-
<b>Ar</b>	0	3,03	3,03	18,2	75,8	-
<b>Aroma</b>	0	6,06	9,09	42,4	42,4	-
<b>Átomo</b>	6,06	18,2	33,3	18,2	24,2	-
<b>Cadeira</b>	0	3,03	0	3,03	93,9	-
<b>Calórico</b>	54,5	12,1	18,2	6,06	6,06	3,03
<b>Campo gravitacional</b>	12,1	24,2	15,2	18,2	30,3	-
<b>Elétron</b>	9,09	24,2	27,3	15,2	24,2	-
<b>Estrela</b>	0	6,06	9,09	9,09	75,8	-
<b>Força magnética</b>	6,06	9,09	30,3	24,2	30,3	-
<b>Massa</b>	3,03	9,09	9,09	18,2	60,6	-
<b>Melodia</b>	12,1	9,09	9,09	30,3	39,4	-
<b>Pensamento</b>	18,2	12,1	18,2	15,2	36,4	-
<b>Relâmpago</b>	0	3,03	6,06	12,1	78,8	-
<b>Relatividade do tempo</b>	18,2	18,2	24,2	12,1	24,2	3,03
<b>Sonho</b>	21,2	15,2	21,2	12,1	30,3	-
<b>Spin</b>	21,2	24,2	33,3	9,09	12,1	-

Quadro 3 – percentuais das respostas dadas para os entes da Parte I.

<sup>3</sup> Sobre o **anjo** o trecho foi o seguinte: “[...] o Papa Pio XII na sua encíclica *Humani Generis* (1959), reafirmou que os anjos são ‘criaturas pessoais’, dotadas de inteligência sagaz e vontade livre. [...] O fato de muitas vezes os anjos terem sido apresentados de maneira fantasiosa ou infantil, não nos autoriza a negar a sua existência. Por serem seres espirituais, os anjos bons e maus não podem ter a sua existência provada experimental e racionalmente; no entanto, a Revelação atesta a sua realidade.” (AQUINO, s.d.)

Sobre o **éter**: “Em 1801 a hipótese segundo a qual a luz é um movimento ondulatório reaparece na Inglaterra na teoria de Thomas Young que explicava vários fenômenos ligados à difração com ajuda de um Éter universal e de seu princípio de interferência de ondas.” (LECOURT, 1999: 382).

Sobre o **salto quântico**: “O salto quântico é, literalmente, um fantasma da Física Quântica. Ao contrário de uma bola, atirada por uma escada que, num dado momento está entre um degrau e outro, os físicos dizem que, no salto entre uma e outra órbita em torno do núcleo atômico, o elétron não se encontra em lugar nenhum. O matemático Charles Lutwidge Dodgson, que ficou conhecido pelo pseudônimo de Lewis Carrol, expressou esses estranhamentos em *Alice No País das Maravilhas*, mas ainda é confundido como escritor de literatura infantil.” (CAPOZOLI, 2001).

<sup>4</sup> A abreviatura SR significa “sem resposta”.

Dividindo-se este último quadro por classes – adotando a classificação feita por Pinheiro (2003) –, temos:

Intensidade	1	2	3	4	5	SR
Objeto / nº de respostas	%	%	%	%	%	%
Algodão	0	3,03	0	3,03	93,9	-
Ar	0	3,03	3,03	18,2	75,8	-
Aroma	0	6,06	9,09	42,4	42,4	-
Cadeira	0	3,03	0	3,03	93,9	-
Estrela	0	6,06	9,09	9,09	75,8	-
Melodia	12,1	9,09	9,09	30,3	39,4	-
Relâmpago	0	3,03	6,06	12,1	78,8	-

Quadro 4 – percentuais das respostas dadas para os entes da Classe 1.

Intensidade	1	2	3	4	5	SR
Objeto / nº de respostas	%	%	%	%	%	%
Amizade	15,2	18,2	24,2	18,2	24,2	-
Pensamento	18,2	12,1	18,2	15,2	36,4	-
Sonho	21,2	15,2	21,2	12,1	30,3	-

Quadro 5 – percentuais das respostas dadas para os entes da Classe 3.

Intensidade	1	2	3	4	5	SR
Objeto / nº de respostas	%	%	%	%	%	%
Átomo	6,06	18,2	33,3	18,2	24,2	-
Calórico	54,5	12,1	18,2	6,06	6,06	3,03
Campo gravitacional	12,1	24,2	15,2	18,2	30,3	-
Elétron	9,09	24,2	27,3	15,2	24,2	-
Força magnética	6,06	9,09	30,3	24,2	30,3	-
Massa	3,03	9,09	9,09	18,2	60,6	-
Relatividade do tempo	18,2	18,2	24,2	12,1	24,2	3,03
Spin	21,2	24,2	33,3	9,09	12,1	-

Quadro 6 – percentuais das respostas dadas para os entes da Classe 4.

Podemos observar, através da comparação entre os Quadros 4, 5 e 6, que as entidades do Quadro 4, mais concretas, com relação mais direta com os sentidos, foram consideradas como reais mais vezes que as entidades das outras duas classes. Vale destacar no Quadro 4 que o *aroma* e a *melodia* foram os dois que suscitaram menos respostas de intensidade 5 e mais de intensidade 4, talvez por serem percebidos com um único sentido, diferente dos demais entes de Classe 1.

Os entes de Quadro 5, Classe 3, tiveram respostas bem distribuídas em todas as intensidades, com o *pensamento* tendo um número um pouco maior de respostas de intensidade 5 que a *amizade* e o *sonho*.

Já em relação aos entes do domínio científico, Classe 4, agrupados no Quadro 6, vemos que há uma distribuição bastante uniforme de respostas, semelhante aos entes de Classe 3. As distribuições das respostas que foram menos uniformes foram as do *calórico* e a da *massa*. O primeiro teve mais da metade das respostas atribuindo a ele grau de realidade 1 (totalmente não-real). Já à *massa* 60% dos alunos atribuiu grau de realidade 5. Tanto para a *relatividade do tempo* como para o *spin* um número razoável de alunos (20% aproximadamente) atribuiu realidade 1.

De um modo geral, o grau de realidade atribuído aos entes de que trata a ciência (Classe 4) é comparável ao atribuído à *amizade*, ao *pensamento* e ao *sonho* (Classe 3). E aos objetos do cotidiano, Classe 1, foi atribuído um grau maior de realidade que aos demais.

Os graus de realidade atribuídos para os entes da Parte II são apresentados a seguir:

<b>Intensidade</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>SR</b>
<b>Objeto / n° de respostas</b>	%	%	%	%	%	%
<b>Anjo</b>	54,5	12,1	12,1	6,06	15,2	-
<b>Éter</b>	51,5	12,1	24,2	6,06	6,06	-
<b>Salto Quântico</b>	24,2	12,1	36,4	6,06	21,2	-

**Quadro 7 – percentuais das respostas dadas para os entes da Parte II.**

Observamos que tanto ao *anjo* quanto o *éter* mais da metade das respostas atribuiu grau de realidade 1 (totalmente não-real) a eles. O *salto quântico*, com exceção do *calórico*, do *éter* e do *anjo*, foi o ente que teve o maior número de respostas de grau 1.

Analisando os resultados obtidos com o questionário, é possível verificar que a grande maioria dos entes da Classe 1 (Quadro 4) são considerados totalmente reais pela maioria dos alunos que responderam o questionário. O fato de serem entidades que temos acesso através dos sentidos foi usado como argumento pela maioria para justificar a escolha do grau de realidade atribuído.

O *aroma* e a *melodia* receberam menor quantidade de respostas atribuindo grau de realidade 5 a eles e um maior número atribuindo grau 4. Isso talvez, como já foi dito antes, por serem percebidos com um único sentido.

*Amizade*, *pensamento* e *sonho* (Quadro 5) tiveram em todas as intensidades mais ou menos o mesmo número de respostas. O *pensamento* teve um número um pouco maior de respostas de intensidade 5. Algumas justificativas para intensidades baixas desses entes foram “só existe para quem o idealizou”, “exclusivo do indivíduo”, “não posso ver”, “trata-se de ondas cerebrais que são traduzidas em imagens”, “abstrato”. Atribuição de graus de realidade mais altas ao *pensamento* e ao *sonho* tiveram como justificativa “real como algo fisiológico”, “não paramos de pensar”, “sonhamos diariamente”, “temos pensamentos”, “temos sonhos”, “sei que penso”. Da *amizade* a maioria foi “sinto”, “podemos senti-la”.

Em relação aos entes da ciência, houve uma grande quantidade de alunos que as consideravam com baixo grau de realidade. O *calórico* na Parte I e o *éter* na Parte II foram os que receberam maior número de respostas que atribuíam intensidade 1 (totalmente não-real). Como exemplos de justificativas, temos: “não tem fundamento”, “modelo que atualmente não é aceito”, “modelo teórico [...] que funcionava para a época”, “modelo ultrapassado”. O *calórico* e o *éter* seriam semelhantes a algo que a ciência “abandonou”. É interessante que nesses dois casos o arbítrio da ciência é aceito para negar a realidade dos mesmos, mas em outros casos esse mesmo arbítrio não é aceito para afirmar a realidade de determinado ente, como é o caso do *spin* que teve também um grande número de respostas atribuindo baixo grau de realidade (1, 2 e 3). Situação semelhante é a do *salto quântico*, um número considerável de alunos o considera totalmente não-real. Algumas justificativas: “é um modelo que descreve um fato científico e pode não espelhar totalmente a realidade”, “não tem como comprovar concretamente”, “não entendo”, “um objeto imaginário, mas há reações”, “é um modelo”. Interessante notar que dizer que algo é um modelo foi justificativa para atribuições de grau de realidade de 1 a 3.

A *relatividade do tempo* teve uma distribuição mais ou menos uniforme de respostas em todos os 5 graus. Algumas justificativas para atribuição de baixo grau de realidade para a mesma foram: “por si só é relativo”, “modelo físico”, “não consigo entender”, “só existe em conceitos e na matemática”. Para alto grau de realidade: “experimentos comprovam”, “se é matematicamente mostrado, existe apesar de não tocarmos”, “consigo medir experimentalmente”.

O *campo gravitacional* e a *força magnética* tiveram uma distribuição semelhante, com a *força magnética* com uma quantidade um pouco maior de respostas atribuindo grau de realidade 3 e

4 em relação ao *campo gravitacional*. As justificativas para as baixas intensidades foram “é uma entidade representativa”, “modelo”, “é apenas abstração”, “nunca vi”. Já para as intensidades de realidade mais altas, alguns exemplos de justificativas foram: “corpos na superfície são atraídos”, “vejo a interação entre ímãs”, “experimentos comprovam o modelo”, “vemos seus efeitos”, “efeitos notáveis”, “consigo medir”.

O *átomo* e o *elétron* tiveram ma quantidade ligeiramente maior de respostas atribuindo grau de realidade 3 aos mesmos ( $\frac{1}{2}$  real,  $\frac{1}{2}$  não-real). Para ambos, houve mais respostas atribuindo grau de realidade 5 que grau de realidade 1. Algumas justificativas para a atribuição de intensidades baixas foram: “modelo”, “pode ser uma invenção humana”, “nunca vi”. Já para a atribuição de intensidades altas, alguns exemplos de justificativas foram: “vejo com aparelhos adequados”, “experimentos comprovam o modelo”, “não posso manusear cotidianamente, mas percebo fenômenos relacionados”, “investigo indiretamente”, “consigo detectar”. Para a intensidade 3, algumas justificativas foram: “eu faço experiências, percebo”, “um objeto imaginário, mas funciona”, “modelo”, “explica bem a estrutura da matéria, mas não podemos vê-lo diretamente”. As mesmas justificativas para atribuição de intensidade 3 foram utilizadas por outros alunos para a atribuição de outras intensidades.

A *massa* foi a que recebeu a maior quantidade de respostas atribuindo grau de realidade 5. Algumas justificativas foram: “posso tocar”, “grandeza física”, “posso medir”, “é visível e palpável”, “matéria”, “concreto”.

É possível constatar, através das justificativas, que alguns argumentos utilizados para a atribuição de baixo grau de realidade para alguns entes da ciência são semelhantes aos argumentos utilizados para a defesa de uma posição epistemológica anti-realista. Outros argumentos estão na mesma linha da defesa de uma posição epistemológica realista.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho, que apresentamos alguns resultados, estamos procurando investigar alguns critérios que estudantes de Física utilizam para avaliar, entre outras coisas, a realidade dos objetos presentes nas representações que a ciência faz do mundo. Esta pesquisa está em andamento.

A partir de nossos resultados, verificamos que aos objetos ou entidades do cotidiano, aqueles que encontramos em nosso dia-a-dia, foram atribuídos maiores graus de realidade. Sobre este ponto, da questão da realidade dos objetos do dia-a-dia, convém citar aqui uma consideração feita por Berger e Luckmann (2005), que diz respeito às pessoas tratarem a realidade cotidiana como “a” realidade por excelência. Ainda sobre este ponto, Schutz (1974: 216) afirma que neste nível de realidade há, inclusive, uma atitude específica de suspensão da dúvida em relação aos objetos. Dessa forma, quanto mais concreto e presente no dia-a-dia é um objeto, mais seria tido como real. E isto foi observado através do nosso questionário.

A possibilidade de ver, tocar ou sentir é a justificativa mais utilizada para a atribuição de realidade dos objetos ligados ao cotidiano. Já para os entes da ciência, as justificativas se referiam à existência de uma finalidade, importância ou utilidade para o ente em questão. Ou então era apresentada uma definição do mesmo.

Estes objetos da ciência, quanto mais próximos do campo conceitual da vida cotidiana e dos sentidos, mais reais foram considerados. Verificamos isso no caso da massa. E quanto mais longe dos sentidos, menos real foi considerado. O entendimento também pareceu ser um fator bastante importante na atribuição de realidade aos objetos ou entidades. Aqueles que estavam relacionadas a conteúdos de ensino com os quais os alunos apresentam dificuldades de compreensão receberam

menores intensidades de realidade. Verificamos isso nos casos do spin, salto quântico e relatividade do tempo.

Não houve relação direta entre a intensidade de realidade e a justificativa apresentada. Com argumentos praticamente idênticos eram atribuídas diferentes intensidades de realidade. E argumentos bastante diferentes eram utilizados para justificar o mesmo grau de realidade.

Sabemos que os alunos que responderam nosso questionário não possuíam, na maioria das vezes, uma posição estabelecida frente a questão do realismo científico, e não utilizam dos mesmos critérios que aparecem nas discussões filosóficas. Mas mapear, mesmo que de forma pálida, as idéias dos estudantes, pode ser um indicativo do efeito que está tendo o ensino recebido na universidade. Claro que outros fatores, não só o ensino recebido, têm influência sobre a posição dos estudantes, mas entendemos que num curso de Física os estudantes devem receber elementos que contribuam na forma como concebem as teorias e os objetos da ciência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, F. **Quem são os anjos?** s.d. Disponível em: <<http://www.cleofas.com.br/virtual/texto.php?doc=doutrina&id=471>>. Acesso em: 10 setembro 2003.
- BARRA, E.S.O. A realidade do mundo da ciência: um desafio para a história, a filosofia e a educação científica. **Revista Ciência e Educação**, 5(1), 15-26, 1998.
- BERGER, P. e LUCKMANN, T. **A construção social da realidade: tratado de sociologia do conhecimento**. 25. ed. Petrópolis: Vozes, 2005.
- CAPOZOLI, U. Mecânica quântica e interpretação na mídia. **Com Ciência**. 20, maio 2001. Disponível em <<http://www.comciencia.br/reportagens/fisica/fisica15.htm>> Acesso em: 10 setembro 2003.
- CHIBENI, S.S. A inferência abductiva e o realismo científico. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, série 3, 6(1), 45-73, 1996.
- DUTRA, L.H.A. **Introdução à Teoria da Ciência**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998.
- FEYERABEND, P. **Contra o método**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.
- LECOURT, D. (org). **Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences**. Paris: Editora Puf, 1999.
- PINHEIRO, T.F. e PIETROCOLA, M. Um estudo sobre o sentimento de realidade em estudantes do ensino médio. In: Vianna, D. M.; Peduzzi, L. O. Q.; Borges, O. N.; Nardi, R. (Orgs.). **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo: SBF, 2002.
- PINHEIRO, T.F. **Sentimento de realidade, afetividade e cognição no ensino de ciências**. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- PLASTINO, C. E. **Realismo e anti-realismo acerca da ciência: considerações filosóficas sobre o valor cognitivo das ciências**. Tese (Doutorado em Filosofia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- SCHUTZ, A. **El Problema de la Realidad Social**. Buenos Aires: Amorrortu, 1974.
- SILVA, M.R. Realismo e anti-realismo na ciência: aspectos introdutórios de uma discussão sobre a natureza das teorias. **Revista Ciência e Educação**, 5(1), 7-13, 1998.